



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK PAKAN TERNAK KAMBING
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID DENGAN
ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR PADA FREKUENSI 2,4 GHz**

***“PERANCANGAN PEMBUAT HARDWARE ALAT PENGADUK PAKAN
TERNAK KAMBING BERBASIS IOT DENGAN ANTENA RECTANGULAR
FREKUENSI 2,4 GHz”***

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**ANANDA MIFTAHUL JANNAH
2303332038**

**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK PAKAN TERNAK KAMBING
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID DENGAN
ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR PADA FREKUENSI 2,4 GHz**

***“PERANCANGAN PEMBUAT HARDWARE ALAT PENGADUK PAKAN
TERNAK KAMBING BERBASIS IOT DENGAN ANTENA RECTANGULAR
FREKUENSI 2,4 GHz”***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga

**ANANDA MIFTAHUL JANNAH
2303332038**

**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Ananda Miftahul Jannah

NIM : 2303332038

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Juni 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Ananda Miftahul Jannah
NIM : 2303332038
Program Studi : Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Pengaduk Pakan Ternak Kambing Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Android dengan Antena Mikrostrip Rectangular pada Frekuensi 2,4 GHz

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 3 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Rifqi Fuadi Hasani, S.T., M.T.
NIP. 19208182019031015

()
RIFQI FUADI H

Depok, 23 Juli 2026

Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr., Murie Dwiyanti, S.T., M.T
NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga (D3) pada Program Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengaduk Pakan Ternak Kambing Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Android dengan Antena Mikrostrip Rectangular pada Frekuensi 2,4 GHz".

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rifqi Fuadi Hasani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dan Kepala Program Studi Telekomunikasi, atas waktu, tenaga, dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis, atas segala dukungan moral dan material yang diberikan;
3. Kakak kandung penulis, Taufik Nurhidayat Mauludin, atas kasih sayang, semangat, dan dukungan yang tidak ternilai selama penulis menempuh pendidikan;
4. Alifa Salsabillah, selaku partner tugas akhir, atas kerja sama, bantuan, dan kerja keras bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Sahabat-sahabat penulis, Tasya, Raya, Dini, Nahtia, Syifa, Zeyn, Nayla, Calista, dan TelkomC23, atas semangat dan dukungannya selama proses penyusunan tugas akhir ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu

Depok, 25 Juni 2026

Penulis



RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK PAKAN TERNAK KAMBING BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID DENGAN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR PADA FREKUENSI 2,4 GHz

“Perancangan Pembuat Hardware Alat Pengaduk Pakan Ternak Kambing
Berbasis IoT Dengan Antena Rectangular Frekuensi 2,4 Ghz”

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong penerapan sistem monitoring berbasis aplikasi yang lebih modern dan efisien, termasuk pada bidang peternakan. Pada praktiknya, proses pemantauan dan pengelolaan pakan ternak kambing masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efektif serta sulit dikendalikan secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi Android. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi alat, mengetahui status proses pengadukan, serta melakukan pengendalian dari jarak jauh melalui jaringan internet, dengan komunikasi nirkabel yang didukung oleh antena mikrostrip *rectangular* pada frekuensi 2,4 GHz. Berdasarkan hasil pengujian, antena mikrostrip *rectangular patch array* 1×2 yang dirancang pada frekuensi 2,4 GHz menunjukkan pergeseran frekuensi resonansi menjadi 2,46 GHz, dengan nilai *return loss* sebesar -24,145 dB, *VSWR* 1,17, *bandwidth* ±89,78 MHz, dan *gain* realisasi 5,535 dBi, sementara sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan akurasi 100% pada jarak acuan 5, 10, dan 30 cm, seluruh transisi kondisi sistem (*READY*, *SERVO*, *WAIT*, *MOTOR*) berjalan sesuai rancangan, proses pemberian pakan ke kambing berhasil 100% (5 dari 5 percobaan) dengan rata-rata waktu pakan habis sekitar 8 menit (rentang 6–10 menit), serta nilai *RSSI* antena rancangan berkisar -54 hingga -73 dBm pada kondisi *Line of Sight* (LOS) dan -67 hingga -85 dBm pada kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS) dengan performa yang setara bahkan sedikit lebih baik dibandingkan antena pabrikan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan baik dalam melakukan monitoring dan pengendalian secara *real-time* dengan respons yang stabil, sehingga diharapkan dapat membantu peternak dalam meningkatkan efisiensi, kemudahan, dan efektivitas dalam pengelolaan pakan ternak kambing berbasis teknologi.

Kata kunci: *Internet of Things*, monitoring, Android, pengaduk pakan, antena mikrostrip, 2,4 GHz

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED GOAT FEED MIXER USING AN ANDROID APPLICATION AND A RECTANGULAR MICROSTRIP ANTENNA AT 2.4 GHZ

“Design and Development of IoT-Based Hardware for a Goat Feed Mixer Using a 2.4 GHz Rectangular Microstrip Antenna”

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has encouraged the application of more modern and efficient monitoring systems, including in the livestock sector. In practice, the monitoring and management of goat feed are still largely carried out manually, making the process less effective and difficult to control in real-time. This research aims to design and build an IoT-based monitoring system for a goat feed mixer that is integrated with an Android application. The developed system allows users to monitor the condition of the device, determine the status of the mixing process, and perform remote control via the internet network, with wireless communication supported by a rectangular microstrip antenna operating at a frequency of 2.4 GHz. Based on the test results, the 1×2 rectangular patch array microstrip antenna, designed to operate at a frequency of 2.4 GHz, showed a resonant frequency shift to 2.46 GHz, with a return loss of -24.145 dB, a VSWR of 1.17, a bandwidth of approximately 89.78 MHz, and a realized gain of 5.535 dBi, while the HC-SR04 ultrasonic sensor showed 100% accuracy at reference distances of 5, 10, and 30 cm, all system state transitions (READY, SERVO, WAIT, MOTOR) ran according to the design, the feed delivery process to the goats succeeded 100% (5 out of 5 trials) with an average feed consumption time of approximately 8 minutes (ranging from 6–10 minutes), and the RSSI values of the designed antenna ranged from -54 to -73 dBm under Line of Sight (LOS) conditions and -67 to -85 dBm under Non-Line of Sight (NLOS) conditions, showing performance comparable to, and even slightly better than, the manufactured antenna. These results indicate that the system is able to operate properly in performing real-time monitoring and control with stable responsiveness, and is therefore expected to help farmers improve the efficiency, convenience, and effectiveness of technology-based goat feed management.

Keywords: Internet of Things, Monitoring System, Android Application, Feed Mixer, Microstrip Antenna, 2.4 GHz

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peternakan Kambing	4
2.2 Pakan Ternak	4
2.3 Alat Pengadukan Pakan Ternak	5
2.4 Internet Of Things (IoT)	5
2.5 ESP32 DevKit V1	5
2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04	6
2.7 RTC DS3231	7
2.8 LCD I2C	7
2.9 Buzzer	8
2.10 Motor Servo MG995	8
2.11 Motor Servo MG996R	9
2.12 Motor Servo TD8120MG	9
2.13 Antena	10
2.13.1 Return Loss	10
2.13.2 Voltage Wave Standing (VSWR)	11
2.13.3 Bandwith	11

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.13.4	Gain	11
2.13.5	Beamwidth	12
2.13.6	Polarisasi	13
2.13.7	Polaradiasi	14
2.14	Antena Mikrostrip Array	15
2.14.1	Antena Mikrostrip Patch Rectangular	16
2.14.2	Struktur Antena	17
2.14.3	Impedansi Antena	18
2.14.4	Saluran Pencatu (Feedline)	20
2.14.5	T-Junction	20
2.15	CST Studio 2019	20
2.16	Quality Of Service (QoS)	21
2.17	Received Signal Strength Indicator (RSSI)	22
2.18	Arduino IDE	22
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		23
3.1	Perancangan Alat Dan Antena	23
3.1.1	Deskripsi Alat	23
3.1.2	Cara Kerja Alat	24
3.1.3	Spesifikasi Alat	25
3.1.4	Diagram Blok Sistem	26
3.1.5	Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array	27
3.1.6	Perancangan Antena di CST Studio Suite 2019	36
3.1.7	Melakukan Optimasi pada Hasil Simulasi Antena	41
3.2	Realisasi Alat dan Antena	45
3.2.1	Realisasi Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2	45
3.2.2	Realisasi Alat SiPakan	48
3.2.3	Pembuatan PCB	51
3.2.4	Realisasi PCB	52
3.2.5	Realisasi Seluruh Komponen SiPakan	52
3.2.6	Realisasi Program Pada ESP32	53
BAB IV PEMBAHASAN		61
4.1	Pengujian Parameter Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2	61
4.1.1	Deskripsi Pengujian	62
4.1.2	Alat Alat Pengujian	62
4.1.4	Hasil Pengujian Return Loss	63
4.1.5	Hasil Pengujian Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)	64



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.6 Hasil Pengujian Bandwith.....	65
4.1.7 Hasil Pengujian Gain	66
4.1.8 Hasil Pengujian Polaradiasi	68
4.1.9 Analisa Pengujian Parameter Antena	70
4.2 Pengujian Sensor Ultrasonic (HC-SR04)	71
4.2.1 Deskripsi Pengujian	71
4.2.2 Alat Pengujian	72
4.2.3 Set-Up dan Prosedur Pengujian	72
4.2.4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04	72
4.2.5 Analisa Hasil Pengujian	72
4.3 Pengujian Motor Servo (Bukaan Pakan Rumput dan Konsentrat)	73
4.3.1 Deskripsi Pengujian	73
4.3.2 Alat Pengujian	73
4.3.3 Set-Up dan Prosedur Pengujian	73
4.3.4 Hasil Pengujian	74
4.3.5 Analisa Pengujian	74
4.4 Pengujian Motor AC Pengaduk (Homogenitas Campuran Pakan)	75
4.4.1 Deskripsi Pengujian	75
4.4.2 Alat Pengujian	75
4.4.3 Set-Up dan Prosedur Pengujian	75
4.4.4 Hasil Pengujian	75
4.4.5 Analisa Pengujian	76
4.5 Pengujian Output Pengadukan (Pemberian Pakan ke Kambing)	76
4.5.1 Deskripsi Pengujian	76
4.5.2 Alat Pengujian	77
4.5.3 Set-Up dan Prosedur Pengujian	77
4.5.4 Hasil Pengujian	77
4.5.5 Analisa Pengujian	77
4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem SiPakan	78
4.6.1 Deskripsi Pengujian	78
4.6.2 Alat Pengujian	78
4.6.3 Set-Up dan Prosedur Pengujian	79
4.6.4 Hasil Pengujian	79
4.6.5 Analisa Pengujian	80
4.7 Pengujian Received Signal Strength Indicator (RSSI) ESP32	80
4.7.1 Deskripsi Pengujian	80



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.2 Alat Pengujian	81
4.7.3 Prosedur Pengujian RSSI ESP32	81
4.7.4 Hasil Pengujian RSSI (Antena Buatan & Pabrikan)	82
4.7.5 Analisa Pengujian RSSI ESP32	82

BAB V PENUTUP	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	86
LAMPIRAN.....	86
L- 1 Rangkaian Skematik Alat SiPakan	86
L- 2 Realisasi Layout PCB SiPakan	87
L- 3 Dokumentasi Wiring Alat SiPakan	88
L- 4 Source Code Arduino IDE.....	89

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peternakan Kambing di Indonesia.....	4
Gambar 2. 2 Pakan Hijauan dan Konsentrat Kambing	4
Gambar 2. 3 Alat Pemberi Pakan Ternak Otomatis Berbasis IoT	5
Gambar 2. 4 ESP 32 DevKit V1	6
Gambar 2.5. Sensor Ultrasonik HC-SR04	6
Gambar 2.6. Sensor RTC DS3231	7
Gambar 2. 7. LCD I2C	8
Gambar 2. 8. Sensor Buzzer	8
Gambar 2. 9 Motor Servo MG995	9
Gambar 2. 10 Motor Servo MG996R	9
Gambar 2. 11 Motor Servo TD8120MG	10
Gambar 2. 12 Antena Mikrostrip.....	16
Gambar 2. 13 Struktur Antena	18
Gambar 2. 14 Software CST Studio 2019.....	21
Gambar 2. 15 Tampilan Arduino IDE.....	22
Gambar 3. 1 Tampilan Ilustrasi Keseluruhan Alat.....	23
Gambar 3. 2 Flowchart Cara kerja Alat	24
Gambar 3. 3 Diagram blok sistem SiPakan	26
Gambar 3. 4 Flowchart Antena	30
Gambar 3. 5 Dimensi Patch Rectangular.....	33
Gambar 3. 6 Hasil Perhitungan Saluran Pencatu	35
Gambar 3. 7 Desain Hasil Perhitungan Antena	35
Gambar 3. 8 Tampilan Awal CST Studio Suite 2019.....	36
Gambar 3. 9 Tampilan perancangan antena mikrostrip rectangular patch array...	37
Gambar 3. 10 Parameter-parameter antena.....	37
Gambar 3. 11 Antena mikrostrip rectangular patch array setelah dibuat pada aplikasi CST Studio Suite 2019	38
Gambar 3. 12 Hasil Return Loss (S11) pada simulasi antena mikrostrip rectangular patch array.....	38
Gambar 3. 13 Hasil VSWR pada simulasi antena mikrostrip rectangular patch array.....	39
Gambar 3. 14 Hasil simulasi bentuk polar untuk gain antena mikrostrip rectangular patch array	39
Gambar 3. 15 Hasil simulasi bentuk pola radiasi 3D antena mikrostrip rectangular patch array	40
Gambar 3. 16 Tampilan perubahan nilai pada parameter list	41
Gambar 3. 17 Hasil optimasi terbaik pada antena mikrostrip rectangular patch array.....	42
Gambar 3. 18 Hasil optimasi VSWR antena mikrostrip rectangular patch array	42

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 19 Garis pembatas bandwidth antenna mikrostrip rectangular patch array.....	43
Gambar 3. 20 Hasil optimasi simulasi pola radiasi bentuk polar pada antenna mikrostrip rectangular patch array	43
Gambar 3. 21 Hasil optimasi simulasi pola radiasi 3D pada antenna mikrostrip rectangular patch array.....	44
Gambar 3. 22 Desain hasil optimasi parameter-parameter antenna rectangular patch array.....	44
Gambar 3. 23 Cara melakukan export antenna mikrostrip rectangular patch array 1×2 kedalam format .dxf.....	46
Gambar 3. 24 Tampilan visio antenna hasil export format .dxf.....	46
Gambar 3. 25 Hasil antenna mikrostrip rectangular patch array yang telah dicetak dan dipasang konektor	48
Gambar 3. 26 Diagram Skematik SiPakan.....	49
Gambar 3. 27 Tampilan Alat SiPakan.....	49
Gambar 3. 28 Layout PCB.....	51
Gambar 3. 29 Realisasi PCB.....	52
Gambar 3. 30 Hasil Perakitan Sistem SiPakan	53
Gambar 4. 1 Set-up Pengukuran dengan Network Analyzer	63
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Return Loss.....	64
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran VSWR.....	64
Gambar 4. 4 Hasil Perhitungan Bandwith.....	65
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Gain Antena Buatan pada Frekuensi 2,44 GHz..	66
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Gain Antena Referensi pada Frekuensi 2,44 GHz	67
Gambar 4. 7 Pola Radiasi Bidang Horizontal (Azimuth)	69
Gambar 4. 8 Pola Radiasi Bidang Vertikal (Elevation).....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Range Indikator QoS.....	21
Tabel 2. 2 Received Signal Strength Indicator (RSSI)	22
Tabel 4. 1 Hasil perbandingan dari perhitungan	66
Tabel 4. 2 Hasil perbandingan simulasi dengan realisasi	68
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Bidang Azimuth (Horizontal).....	69
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Bidang Elevasi (Vertikal).....	70
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	72
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Motor Servo.....	74
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Motor AC Pengaduk.....	76
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Pemberian Pakan	77
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	79
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian RSSi ESP32	82





DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Rangkaian Skematik Alat SiPakan.....	86
L- 2 Realisasi Layout PCB SiPakan	87
L- 3 Dokumentasi Wiring Alat SiPakan	88
L- 4 Source Code Arduino IDE	89



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peternakan kambing di Indonesia masih banyak yang menjalankan proses pemberian pakan secara manual, mulai dari mencampur bahan pakan hingga mengaduknya hingga rata. Cara ini cukup melelahkan apalagi untuk peternak dengan jumlah ternak yang banyak, dan hasil pengadukannya pun sering tidak konsisten karena bergantung pada tenaga dan ketelitian orang yang mengerjakannya. Selain itu, peternak juga kesulitan memantau kapan proses pengadukan selesai atau sedang berjalan, sebab tidak ada indikator apa pun selain mengeceknya secara langsung di lokasi (Batubara, Siambaton, & Ichsan, 2025).

Permasalahan ini sebenarnya bisa diatasi dengan membuat alat pengaduk pakan yang bekerja secara otomatis, sehingga peternak tidak perlu lagi mengaduk pakan secara manual. Namun, alat otomatis saja belum cukup jika peternak tetap harus berada di dekat alat untuk mengetahui statusnya. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang memungkinkan alat tersebut dapat dipantau dari jarak jauh, misalnya melalui aplikasi pada smartphone, sehingga peternak dapat mengetahui kondisi pengadukan tanpa harus selalu berada di lokasi kandang.

Untuk mewujudkan pemantauan jarak jauh tersebut, alat pengaduk pakan perlu dilengkapi dengan modul komunikasi nirkabel yang dapat mengirimkan data ke aplikasi secara real-time. Komponen yang berperan penting dalam proses pengiriman data ini adalah antena, karena kualitas sinyal yang dipancarkan akan menentukan seberapa baik dan seberapa jauh data dapat dikirimkan. Pada penelitian ini, dipilih antena mikrostrip berbentuk rectangular yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz, mengingat frekuensi ini umum digunakan pada perangkat IoT dan memiliki ukuran antena yang relatif kecil sehingga mudah diintegrasikan ke dalam alat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dirancang dan dibuat alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT yang dilengkapi antena mikrostrip rectangular pada frekuensi 2,4 GHz. Pada penelitian ini, pembahasan difokuskan pada perancangan perangkat keras (hardware), meliputi mekanik alat pengaduk, rangkaian elektronik, serta perancangan dan pengujian antena mikrostrip



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

rectangular sebagai media komunikasi data alat dengan aplikasi Android. Dengan adanya alat ini, diharapkan proses pemberian pakan ternak kambing dapat menjadi lebih praktis, efisien, dan dapat dipantau oleh peternak dari jarak jauh.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengidentifikasi kebutuhan sistem untuk alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dengan antenna mikrostrip rectangular pada frekuensi 2,4 GHz?
2. Bagaimana merancang alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip rectangular pada frekuensi 2,4 GHz?
3. Bagaimana mengimplementasikan rancangan alat pengaduk pakan ternak kambing dan antenna mikrostrip rectangular tersebut menjadi sebuah sistem yang dapat berfungsi secara terintegrasi?
4. Bagaimana hasil pengujian performa alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip rectangular yang digunakan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mampu Mengidentifikasi kebutuhan sistem untuk perancangan alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dengan antenna mikrostrip rectangular pada frekuensi 2,4 GHz.
2. Mampu Merancang alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip rectangular pada frekuensi 2,4 GHz.
3. Mampu Mengimplementasikan rancangan alat dan antenna mikrostrip rectangular menjadi sebuah sistem yang terintegrasi.
4. Mampu Menguji performa alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip rectangular yang digunakan..



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat dikendalikan dan dimonitor secara jarak jauh.
2. Aplikasi Android sebagai media *monitoring* dan pengendalian alat.
3. Antena mikrostrip *rectangular* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz untuk mendukung komunikasi nirkabel pada sistem.
4. Laporan Tugas Akhir sebagai dokumentasi hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem.
5. Artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kebutuhan sistem untuk perancangan alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dengan antenna mikrostrip *rectangular* pada frekuensi 2,4 GHz telah berhasil diidentifikasi, meliputi kebutuhan mekanik (motor servo dan motor AC pengaduk), kebutuhan sensor (sensor ultrasonik HC-SR04), serta kebutuhan komunikasi nirkabel (antena mikrostrip *rectangular patch array* 1×2).
2. Alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip *rectangular* pada frekuensi 2,4 GHz telah berhasil dirancang, dengan antenna bekerja pada frekuensi resonansi 2,46 GHz, *return loss* sebesar -24,145 dB, dan VSWR < 2.
3. Rancangan alat dan antenna mikrostrip *rectangular* telah berhasil diimplementasikan menjadi sebuah sistem yang terintegrasi (SiPakan), yang terbukti dapat berfungsi sesuai alur sistem yang dirancang (READY → SERVO → WAIT → MOTOR).
4. Hasil pengujian performa alat pengaduk pakan ternak kambing berbasis IoT dan antenna mikrostrip *rectangular* menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki akurasi 100%, hasil pengadukan pakan dihabiskan kambing 100% dalam rata-rata ±8 menit, dan antenna menghasilkan RSSI -54 dBm hingga -85 dBm (LOS-NLOS), setara atau sedikit lebih baik dibanding antenna pabrikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem SiPakan berbasis ESP32 dengan antenna mikrostrip *rectangular patch array* 1×2 telah bekerja dengan baik sesuai tujuan perancangan. Namun, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya, seperti penggunaan material substrat dengan kualitas yang lebih baik untuk meningkatkan performa antenna, khususnya pada parameter gain dan efisiensi radiasi. Selain itu, optimasi

dimensi antena dan metode pencatatan juga dapat dilakukan agar diperoleh nilai return loss, bandwidth, dan VSWR yang lebih optimal. Pengujian sistem sebaiknya dilakukan pada kondisi lingkungan yang lebih beragam, baik di area terbuka maupun yang memiliki banyak penghalang, sehingga kemampuan komunikasi nirkabel dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh. Dari sisi sistem, fitur monitoring dapat dikembangkan dengan menambahkan penyimpanan data berbasis *cloud*, notifikasi otomatis, serta sumber daya mandiri menggunakan panel surya sehingga sistem dapat diimplementasikan secara lebih luas pada peternakan dengan tingkat keandalan yang lebih tinggi.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, H., Siambaton, M. Z., & Ichsan, A. (2025). Alat pemberian pakan ternak otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*). *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 4(3), 140–150.
- Sitopu, J. W., Saragih, D. E., Fauzi, A., & Alfarizi, R. (2023). Penguatan kapasitas peternakan menengah melalui teknologi mesin pengaduk pakan ternak oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Simalungun. *KALANDRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(4), 168–174.
- Bagaskara, A. Y., & Bagus, B. (2020). Perancangan antena mikrostrip *rectangular patch* sebagai penerima televisi. *Jurnal Penelitian*, 5(1), 11–20.
- Chaudhuri, S. G. (2010). *Design and implementation of a differentiated service based QoS model for real-time interactive traffic on constrained bandwidth IP networks*. Master's Thesis, Indian Institute of Technology Kharagpur.
- Hadiyanto, H., Ulfah, M., & Irtawaty, A. S. (2018). Pengaruh *beamwidth*, *gain*, dan pola radiasi terhadap performansi antena penerima. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 14.
- Krisnawati, L., & Rahmawati, Y. (2025). Development of rectangular microstrip antenna array for RFID-based automatic locker monitoring system communication. *Electronics and Control Journal*.
- Nisa, I. S., dkk. (2024). Analisis *Quality of Service (QoS)* menggunakan standar parameter TIPHON pada jaringan internet berbasis Wi-Fi Kampus 1 Unjaya. *Teknomatika*, 17(1).
- Putra, I. R. D. K., Wildan, M., & Adipradama, F. L. (2026). Rancang bangun antena mikrostrip band frekuensi VHF untuk perangkat pemeriksa kinerja alat navigasi udara. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1).
- Utami, E. Y. D., Syailendra, N. P., & Febrianto, A. A. (2023). Perancangan antena mikrostrip *dual band patch* persegi panjang dengan slot pada frekuensi 2,6 dan 5 GHz. *Jurnal Fokus Elektroda*, 8(4), 264–271.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ananda, E. F. (2026). Antena mikrostrip monopole berpola radiasi omnidireksional menggunakan *ground slot* heksagonal pada pita C. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*.

Sitopu, J. W., Saragih, D. E., Fauzi, A., & Alfarizi, R. (2023). Penguatan kapasitas peternakan menengah melalui teknologi mesin pengaduk pakan ternak oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Simalungun. *KALANDRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(4), 168–174.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

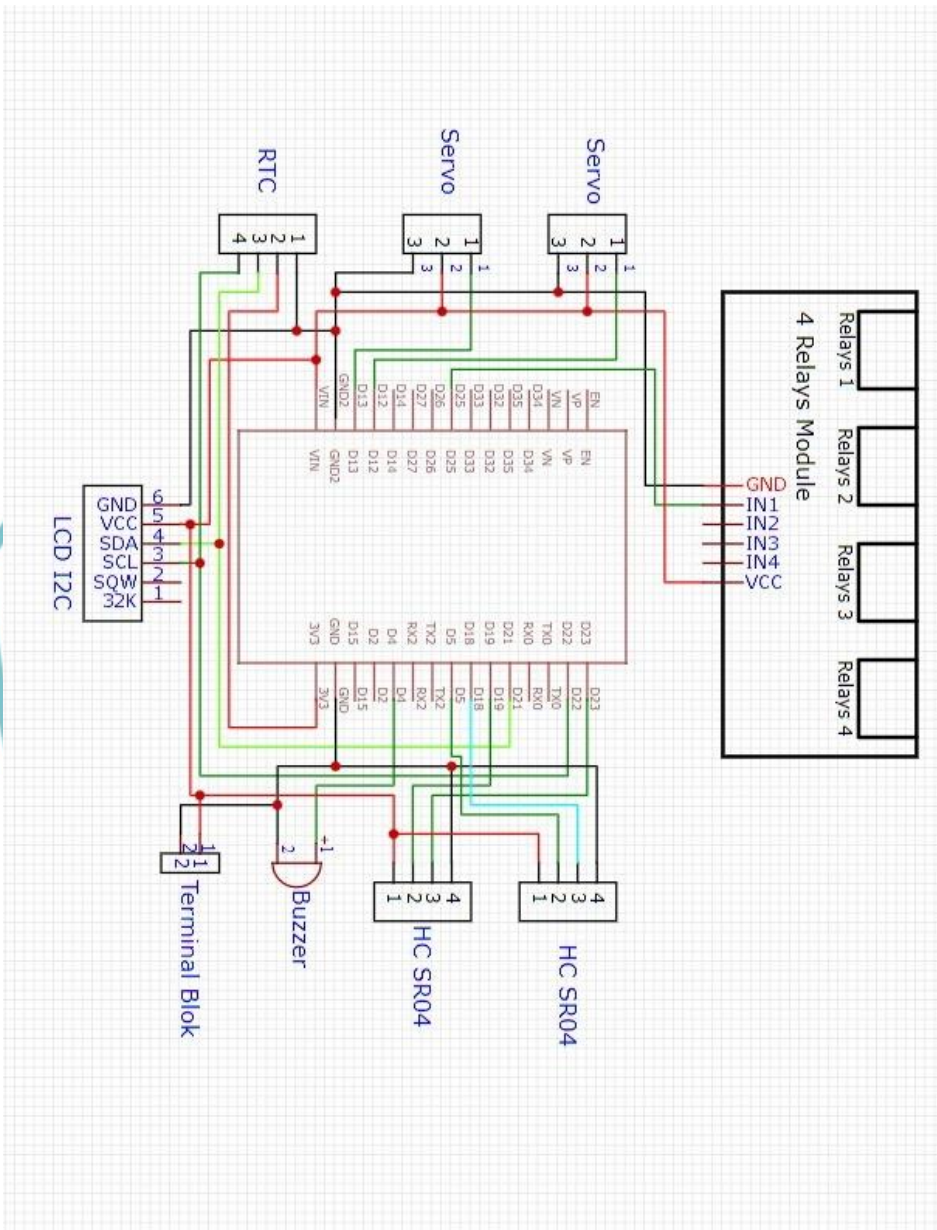


Ananda Miftahul Jannah lahir di Kuningan, Jawa Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Cipancur pada tahun 2017, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Ciawigebang dan lulus pada tahun 2020. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Cikarang Barat dan lulus pada tahun 2023. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta pada Program Diploma Tiga (D3) Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi, dan masih aktif menempuh pendidikan hingga saat ini.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN

L- 1 Rangkaian Skematik Alat SiPakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

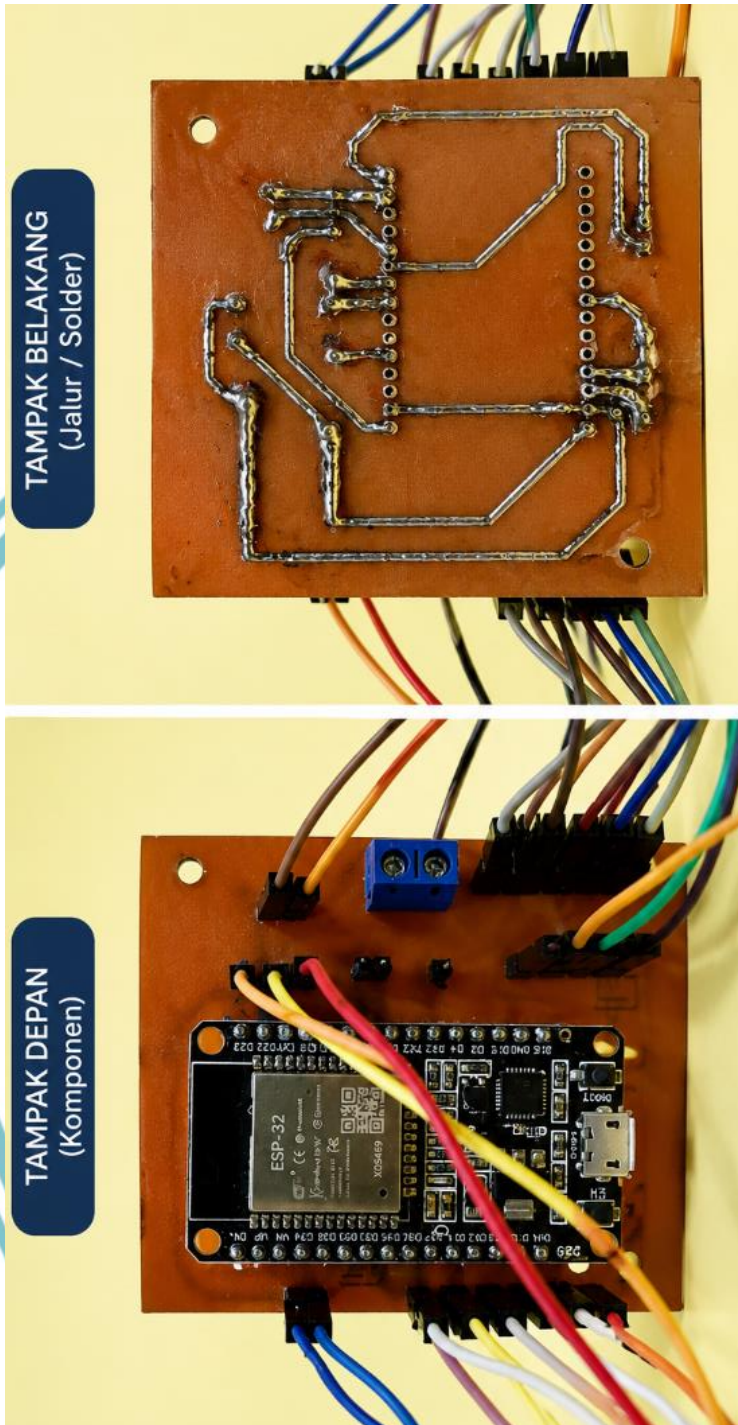


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 2 Realisasi Layout PCB SiPakan



L- 3 Dokumentasi Wiring Alat SiPakan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 4 Source Code Arduino IDE

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <RTCLib.h>
#include <WiFi.h>
#include <Firebase_ESP_Client.h>
#include "addons/TokenHelper.h"
#include "addons/RTDBHelper.h"

// ===== PIN HC-SR04 =====
#define TRIG1 5    // Sensor 1: Status Tutup/Pintu
#define ECHO1 18
#define TRIG2 19   // Sensor 2: Deteksi Pakan
#define ECHO2 23
#define MAX_DISTANCE 400

// ===== BATAS SENSOR =====
#define BATAS_TUTUP 20    // Sensor 1: <= 20cm = Textutup
#define BATAS_PAKAN 10    // Sensor 2: <= 10cm = Ada pakan

// ===== PIN OUTPUT =====
#define BUZZER_PIN 4
#define SERVO1_PIN 13

// ===== PIN RELAY (ACTIVE LOW) =====
#define RELAY_PIN 25    // LOW = relay ON, HIGH = relay OFF

// ===== WIFI & FIREBASE =====
#define WIFI_SSID "TA_PENGADUK_PAKAN"
#define WIFI_PASSWORD "Pengadukpakan20_"
#define API_KEY "AIzaSyDcEuwYhw72C0WBh_DTamBJADkegUqzPOw"
#define DATABASE_URL "sipakan-a6391138-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com"

FirebaseData fbdo;
FirebaseData fbdoControl;
FirebaseData fbdoHistory;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;
bool signupOK = false;

unsigned long waktuFirebase = 0;
#define INTERVAL_FIREBASE 3000

unsigned long waktuBacaFirebase = 0;
#define INTERVAL_BACA_FIREBASE 1500

// Boot delay agar relay/buzzer tidak nyala sebelum sistem siap
bool bootSelesai = false;
unsigned long waktuBoot = 0;
#define DELAY_BOOT 5000

// ===== OBJEK =====
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
RTC_DS3231 rtc;
Servo servo1;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Fungsi baca sensor HC-SR04 manual (tanpa library NewPing)
int bacaSensorCM(int trigPin, int echoPin) {
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    long durasi = pulseIn(echoPin, HIGH, 30000);
    if (durasi == 0) return 0;
    int jarak = durasi / 58;
    if (jarak > MAX_DISTANCE) return 0;
    return jarak;
}

int jarak1 = 0; // Jarak sensor tutup
int jarak2 = 0; // Jarak sensor pakan

// Variabel pengunci data riwayat
int jarak1_terkunci = 0;
int jarak2_terkunci = 0;
int levelPakan_terkunci = 0;
bool sudah_terkunci = false;
bool historySudahDisimpan = false;

unsigned long waktuPenanda = 0;
unsigned long sisaWaktuDetik = 0;
int statusSiklus = 0;
String saklarSebelumnya = "OFF";
String statusAlat = "READY";
String notifikasi = "Aman";

// ===== STATUS TUTUP (Sensor 1 dengan debounce)
=====
bool tutupTertutup = false;
String statusTutup = "Terbuka";
int hitungTertutup = 0;
int hitungTerbuka = 0;
const int AMBANG_DEBOUNCE = 3;

// ===== VARIABEL KONTROL =====
String saklarUtama = "OFF";
String statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
int durasiPilihanMenit = 1;
unsigned long targetWaktuAduk = 60000;
String modeWaktu = "preset"; // "preset" atau "manual"
int waktuManualDetik = 60; // Default manual: 60 detik

// ===== CEK STATUS TUTUP (Sensor 1) =====
void cekStatusTutup() {
    bool bacaTertutup = (jarak1 <= BATAS_TUTUP);

    if (bacaTertutup) {
        hitungTertutup++;
        hitungTerbuka = 0;
        if (hitungTertutup >= AMBANG_DEBOUNCE) {
            tutupTertutup = true;
            statusTutup = "Tertutup";
        }
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== VARIABEL KONTROL =====
String saklarUtama = "OFF";
String statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
int durasiPilihanMenit = 1;
unsigned long targetWaktuAduk = 60000;
String modeWaktu = "preset";          // "preset" atau "manual"
int waktuManualDetik = 60;           // Default manual: 60 detik

// ===== CEK STATUS TUTUP (Sensor 1) =====
void cekStatusTutup() {
    bool bacaTertutup = (jarak1 <= BATAS_TUTUP);

    if (bacaTertutup) {
        hitungTertutup++;
        hitungTerbuka = 0;
        if (hitungTertutup >= AMBANG_DEBOUNCE) {
            tutupTertutup = true;
            statusTutup = "Tertutup";
            hitungTertutup = AMBANG_DEBOUNCE;
        }
    } else {
        hitungTerbuka++;
        hitungTertutup = 0;
        if (hitungTerbuka >= AMBANG_DEBOUNCE) {
            tutupTertutup = false;
            statusTutup = "Terbuka";
            hitungTerbuka = AMBANG_DEBOUNCE;
        }
    }
}

// ===== SIMPAN HISTORY =====
void simpanHistory(String statusHasil) {
    if (historySudahDisimpan) return;
    if (!Firebase.ready() || !signupOK) return;

    DateTime now = rtc.now();
    char waktu[20];
    sprintf(waktu, "%04d-%02d-%02d %02d:%02d:%02d",
        now.year(), now.month(), now.day(),
        now.hour(), now.minute(), now.second());

    int levelPakan = map(jarak2_terkunci, 30, 5, 0, 100);
    levelPakan = constrain(levelPakan, 0, 100);

    FirebaseJson json;
    json.set("tanggal", waktu);
    json.set("status_pengadukan", statusHasil);
    json.set("jarak_tutup", jarak1_terkunci);
    json.set("jarak_pakan", jarak2_terkunci);
    json.set("level_pakan", levelPakan);
    json.set("status_tutup", statusTutup);
    json.set("durasi_pengadukan", durasiPilihanMenit);
    json.set("mode_waktu", modeWaktu);

    if (Firebase.RTDB.pushJSON(&fbdoHistory, "/history",
        &json)) {
        historySudahDisimpan = true;
        Serial.println("-> History tersimpan: " + statusHasil);
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== VARIABEL KONTROL =====
String saklarUtama = "OFF";
String statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
int durasiPilihanMenit = 1;
unsigned long targetWaktuAduk = 60000;
String modeWaktu = "preset";          // "preset" atau "manual"
int waktuManualDetik = 60;            // Default manual: 60 detik

// ===== CEK STATUS TUTUP (Sensor 1) =====
void cekStatusTutup() {
    bool bacaTertutup = (jarak1 <= BATAS_TUTUP);

    if (bacaTertutup) {
        hitungTertutup++;
        hitungTerbuka = 0;
        if (hitungTertutup >= AMBANG_DEBOUNCE) {
            tutupTertutup = true;
            statusTutup = "Tertutup";
            hitungTertutup = AMBANG_DEBOUNCE;
        }
    } else {
        hitungTerbuka++;
        hitungTertutup = 0;
        if (hitungTerbuka >= AMBANG_DEBOUNCE) {
            tutupTertutup = false;
            statusTutup = "Terbuka";
            hitungTerbuka = AMBANG_DEBOUNCE;
        }
    }
}

// ===== SIMPAN HISTORY =====
void simpanHistory(String statusHasil) {
    if (historySudahDisimpan) return;
    if (!Firebase.ready() || !signupOK) return;

    DateTime now = rtc.now();
    char waktu[20];
    sprintf(waktu, "%04d-%02d-%02d %02d:%02d:%02d",
        now.year(), now.month(), now.day(),
        now.hour(), now.minute(), now.second());

    int levelPakan = map(jarak2_terkunci, 30, 5, 0, 100);
    levelPakan = constrain(levelPakan, 0, 100);

    FirebaseJson json;
    json.set("tanggal", waktu);
    json.set("status_pengadukan", statusHasil);
    json.set("jarak_tutup", jarak1_terkunci);
    json.set("jarak_pakan", jarak2_terkunci);
    json.set("level_pakan", levelPakan);
    json.set("status_tutup", statusTutup);
    json.set("durasi_pengadukan", durasiPilihanMenit);
    json.set("mode_waktu", modeWaktu);

    if (Firebase.RTDB.pushJSON(&fbdoHistory, "/history", &json)) {
        historySudahDisimpan = true;
        Serial.println("-> History tersimpan: " + statusHasil);
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== KIRIM DATA SENSOR KE FIREBASE
=====
void kirimKeFirebase() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED || !Firebase.ready() ||
    !signupOK) return;

    int levelPakan;
    if (sudah_terkunci) {
        levelPakan = levelPakan_terkunci;
    } else {
        levelPakan = map(jarak2, 30, 5, 0, 100);
        levelPakan = constrain(levelPakan, 0, 100);
    }
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/jarak_tutup",
    jarak1);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/jarak_pakan",
    jarak2);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/status_tutup",
    statusTutup);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/level_pakan",
    levelPakan);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/status_alat",
    statusAlat);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo,
    "/sensor_data/status_pengadukan", statusPengadukan);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/durasi_pengadukan",
    durasiPilihanMenit);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/mode_waktu",
    modeWaktu);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/waktu_pengadukan",
    (int)(targetWaktuAduk / 1000));
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/sisa_waktu",
    (int)sisaWaktuDetik);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/notifikasi",
    notifikasi);
}
// ===== TOLAK PERINTAH: TUTUP TERBUKA
=====
void tolakPerintahTutupTerbuka() {
    servo1.write(0);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

    statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
    statusAlat = "TUTUP TERBUKA";
    notifikasi = "Tutup wadah masih terbuka!";
    statusSiklus = 0;
    waktuPenanda = 0;
    sisaWaktuDetik = 0;
    saklarUtama = "OFF";
    saklarSebelumnya = "OFF";
    sudah_terkunci = false;
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && Firebase.ready() &&
    signupOK) {
        Firebase.RTDB.setString(&fbdoControl,
        "/control/saklar_utama", "OFF");
    }
    Serial.println("-> DITOLAK! Tutup ter
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== KIRIM DATA SENSOR KE FIREBASE
=====
void kirimKeFirebase() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED || !Firebase.ready() ||
    !signupOK) return;

    int levelPakan;
    if (sudah_terkunci) {
        levelPakan = levelPakan_terkunci;
    } else {
        levelPakan = map(jarak2, 30, 5, 0, 100);
        levelPakan = constrain(levelPakan, 0, 100);
    }

    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/jarak_tutup",
    jarak1);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/jarak_pakan",
    jarak2);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/status_tutup",
    statusTutup);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/level_pakan",
    levelPakan);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/status_alat",
    statusAlat);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo,
    "/sensor_data/status_pengadukan", statusPengadukan);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo,
    "/sensor_data/durasi_pengadukan", durasiPilihanMenit);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/mode_waktu",
    modeWaktu);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo,
    "/sensor_data/waktu_pengadukan", (int)(targetWaktuAduk /
    1000));
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/sensor_data/sisa_waktu",
    (int)sisaWaktuDetik);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/sensor_data/notifikasi",
    notifikasi);
}

// ===== TOLAK PERINTAH: TUTUP TERBUKA
=====
void tolakPerintahTutupTerbuka() {
    servo1.write(0);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

    statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
    statusAlat = "TUTUP TERBUKA";
    notifikasi = "Tutup wadah masih terbuka!";
    statusSiklus = 0;
    waktuPenanda = 0;
    sisaWaktuDetik = 0;
    saklarUtama = "OFF";
    saklarSebelumnya = "OFF";
    sudah_terkunci = false;

    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && Firebase.ready() &&
    signupOK) {
        Firebase.RTDB.setString(&fbdoControl,
        "/control/saklar_utama", "OFF");
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    }
    Serial.println("-> DITOLAK! Tutup terbuka. Saklar
dikembalikan ke OFF.");
}

// ===== SETUP =====
void setup() {
    // PALING AWAL: Matikan buzzer & relay
    // Inisialisasi pin sensor
    pinMode(TRIG1, OUTPUT);
    pinMode(ECHO1, INPUT);
    pinMode(TRIG2, OUTPUT);
    pinMode(ECHO2, INPUT);
    digitalWrite(TRIG1, LOW);
    digitalWrite(TRIG2, LOW);

    pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Active Low: HIGH = MATI

    Serial.begin(115200);
    Serial.println("=== SMART FEEDER BOOTING ===");

    Wire.begin();
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
    lcd.print("SMART FEEDER");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Booting...");

    if (!rtc.begin()) {
        lcd.clear();
        lcd.print("RTC ERROR!");
        while (1);
    }

    ESP32PWM::allocateTimer(0);
    ESP32PWM::allocateTimer(1);
    ESP32PWM::allocateTimer(2);
    ESP32PWM::allocateTimer(3);

    servol.setPeriodHertz(50);
    servol.attach(SERVO1_PIN, 500, 2400);
    servol.write(0);

    // Pastikan output MATI setelah servo attach
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

    lcd.clear();
    lcd.print("Connecting WiFi");
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    int attempt = 0;
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && attempt < 20) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
        attempt++;
    }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.println("\nWiFi Connected!");
    config.api_key          = API_KEY;
    config.database_url     = DATABASE_URL;
    config.token_status_callback = tokenStatusCallback;
    config.signer.test_mode = true;

    if (Firebase.signUp(&config, &auth, "", "")) {
        signupOK = true;
    }
    Firebase.begin(&config, &auth);
    Firebase.reconnectWiFi(true);

    // Reset saklar ke OFF saat boot
    if (Firebase.ready() && signupOK) {
        Firebase.RTDB.setString(&fbdoControl,
        "/control/saklar_utama", "OFF");
        Serial.println("-> Firebase saklar_utama di-reset
ke OFF");
    }
    else {
        Serial.println("\nWiFi GAGAL terhubung!");
    }

    // Stabilisasi sensor awal
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        int baca1 = bacaSensorCM(TRIG1, ECHO1);
        if (baca1 > 0) jarak1 = baca1; else jarak1 =
MAX_DISTANCE;
        int baca2 = bacaSensorCM(TRIG2, ECHO2);
        if (baca2 > 0) jarak2 = baca2; else jarak2 =
MAX_DISTANCE;
        cekStatusTutup();
        delay(100);
    }

    // Pastikan output MATI setelah inisialisasi
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

    lcd.clear();
    lcd.print("SMART FEEDER");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("READY");
    delay(2000);

    waktuBoot = millis();
    bootSelesai = false;
    Serial.println("=== SETUP SELESAI, MENUNGGU BOOT DELAY
===");
}
// ===== LOOP =====
void loop() {
    DateTime now = rtc.now();
    unsigned long waktuSekarang = millis();

    // Boot delay - paksa semua MATI sampai sistem benar-benar
siap
    if (!bootSelesai) {
        if (waktuSekarang - waktuBoot >= DELAY_BOOT) {

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        bootSelesai = true;
        Serial.println("-> Boot delay selesai. Sistem
siap.");
    } else {
        servol.write(0);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
        saklarUtama = "OFF";
        statusSiklus = 0;
        delay(200);
        return;
    }
}

// — Koneksi putus di tengah siklus —
if (WiFi.status() != WL_CONNECTED && statusSiklus > 0) {
    Serial.println("-> KONEKSI PUTUS! Proses dibatalkan.");
    servol.write(0);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
    simpanHistory("TIDAK BERHASIL");
    statusSiklus = 0;
    sudah_terkunci = false;
}

// — Baca sensor tutup (Sensor 1) SELALU —
int bacal = bacaSensorCM(TRIG1, ECHO1);
if (bacal > 0) jarak1 = bacal; else jarak1 = MAX_DISTANCE;
cekStatusTutup();

// — Baca sensor pakan (Sensor 2) —
int baca2 = bacaSensorCM(TRIG2, ECHO2);
if (baca2 > 0) jarak2 = baca2; else jarak2 = MAX_DISTANCE;

// — Baca kontrol dari Firebase —
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && Firebase.ready() &&
signupOK) {
    if (waktuSekarang - waktuBacaFirebase >=
INTERVAL_BACA_FIREBASE) {
        waktuBacaFirebase = waktuSekarang;

        if (Firebase.RTDB.getString(&fbdoControl,
"/control/saklar_utama")) {
            if (fbdoControl.dataType() == "string") {
                saklarUtama = fbdoControl.stringData();
            }
        }

        // Baca mode waktu
        if (Firebase.RTDB.getString(&fbdoControl,
"/control/mode_waktu")) {
            if (fbdoControl.dataType() == "string") {
                modeWaktu = fbdoControl.stringData();
            }
        }

        if (modeWaktu == "manual") {
            // Mode manual: baca waktu dalam detik
            (berapapun)

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        if (Firebase.RTDB.getInt(&fbdoControl,
"/control/waktu_manual_detik")) {
            if (fbdoControl.dataType() == "int") {
                waktuManualDetik =
fbdoControl.intData();
                if (waktuManualDetik < 10)
waktuManualDetik = 10;
                if (waktuManualDetik > 3600)
waktuManualDetik = 3600;
                targetWaktuAduk = (unsigned
long)waktuManualDetik * 1000;
                durasiPilihanMenit = (waktuManualDetik
+ 59) / 60;
            }
        } else {
            // Mode preset: 1, 2, atau 3 menit
            if (Firebase.RTDB.getInt(&fbdoControl,
"/control/durasi_pengadukan")) {
                if (fbdoControl.dataType() == "int") {
                    durasiPilihanMenit =
fbdoControl.intData();
                    if (durasiPilihanMenit < 1)
durasiPilihanMenit = 1;
                    if (durasiPilihanMenit > 3)
durasiPilihanMenit = 3;
                    targetWaktuAduk = (unsigned
long)durasiPilihanMenit * 60000;

                    // — PROTEKSI: Tutup terbuka = TIDAK BISA diaktifkan —
                    if (saklarUtama == "ON" && !tutupTertutup) {
                        tolakPerintahTutupTerbuka();
                        kirimKeFirebase();
                        return;
                    }
                    // — Tutup dibuka di tengah siklus → batalkan —
                    if (!tutupTertutup && statusSiklus > 0) {
                        Serial.println("-> Tutup dibuka saat proses! Siklus
dibatalkan.");
                        servol.write(0);
                        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
                        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
                        statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
                        simpanHistory("TIDAK BERHASIL");
                        statusSiklus = 0;
                        waktuPenanda = 0;
                        sisaWaktuDetik = 0;
                        sudah_terkunci = false;
                        saklarUtama = "OFF";
                        saklarSebelumnya = "OFF";
                        statusAlat = "TUTUP TERBUKA";
                        notifikasi = "Tutup dibuka saat proses!";
                        if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && Firebase.ready()
&& signupOK) {
                            Firebase.RTDB.setString(&fbdoControl,
"/control/saklar_utama", "OFF");
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// — Saklar OFF —
if (saklarUtama == "OFF") {
    if (statusSiklus > 0) {
        statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
        simpanHistory("TIDAK BERHASIL");
    }

    servol.write(0);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    statusSiklus = 0;
    waktuPenanda = 0;
    sisaWaktuDetik = 0;
    saklarSebelumnya = "OFF";
    sudah_terkunci = false;
    statusAlat = "READY";

    if (tutupTertutup) {
        if (notifikasi == "Tutup wadah masih terbuka!" ||
            notifikasi == "Tutup dibuka saat proses!") {
            notifikasi = "Aman";
        }
    } else {
        notifikasi = "Tutup wadah masih terbuka!";
    }

    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(" SYSTEM: MATI ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    if (tutupTertutup) lcd.print("KONTROL VIA APPS");
    else lcd.print("TUTUP TERBUKA! ");

    if (waktuSekarang - waktuFirebase >= INTERVAL_FIREBASE)
    {
        waktuFirebase = waktuSekarang;
        kirimKeFirebase();
    }
    delay(200);
    return;
}

// — Deteksi perubahan OFF → ON —
if (saklarUtama == "ON" && saklarSebelumnya == "OFF") {
    saklarSebelumnya = "ON";
    statusSiklus = 0;
    waktuPenanda = 0;
    statusPengadukan = "TIDAK BERHASIL";
    sudah_terkunci = false;
    historySudahDisimpan = false;
    notifikasi = "Menunggu pakan terdeteksi...";
    Serial.println("-> Saklar ON! Menunggu pakan terdeteksi
sensor 2...");
}

// — STATE MACHINE —
switch (statusSiklus) {

    case 0: // READY — menunggu pakan terdeteksi sensor 2
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
servo1.write(0);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
waktuPenanda = 0;
sisawaktuDetik = 0;
statusAlat = "READY";

// Sensor 2 mendeteksi pakan DAN tutup tertutup
if (jarak2 <= BATAS_PAKAN && tutupTertutup) {
  if (!sudah_terkunci) {
    jarak1_terkunci = jarak1;
    jarak2_terkunci = jarak2;
    levelPakan_terkunci = map(jarak2_terkunci,
30, 5, 0, 100);
    levelPakan_terkunci =
constrain(levelPakan_terkunci, 0, 100);
    sudah_terkunci = true;
    Serial.println("-> Pakan terdeteksi! Data
sensor dikunci.");
  }
  statusSiklus = 1;
  notifikasi = "Pakan terdeteksi, proses
dimulai!";
  Serial.println("-> Masuk fase SERVO +
BUZZER.");
}
break;

case 1: // SERVO buka + BUZZER bunyi selama 10 detik
statusAlat = "SERVO";
if (waktuPenanda == 0) {
  waktuPenanda = waktuSekarang;
  Serial.println("-> Servo MEMBUKA + Buzzer ON.
10 detik...");
}

servo1.write(78);
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);

if (waktuSekarang - waktuPenanda >= 10000) {
  servo1.write(0);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  waktuPenanda = waktuSekarang;
  statusSiklus = 2;
  Serial.println("-> Servo ditutup. Masuk jeda 5
detik.");
}
break;

case 2: // WAIT - jeda 5 detik sebelum motor
statusAlat = "WAIT";
servo1.write(0);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

if (waktuSekarang - waktuPenanda >= 5000) {
  waktuPenanda = waktuSekarang;
  statusSiklus = 3;
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Active Low: LOW
= relay ON
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

        sisaWaktuDetik = targetWaktuAduk / 1000;
        notifikasi = "Motor pengaduk berputar...";
        Serial.println("-> Motor pengaduk ON! Durasi: "
+ String(targetWaktuAduk / 1000) + " detik.");
    }
    break;

    case 3: // MOTOR – aduk sesuai durasi yang
dipilih/diinput
        statusAlat = "MOTOR";
        servol.write(0);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

        {
            unsigned long waktuBerjalan = waktuSekarang -
waktuPenanda;
            if (waktuBerjalan < targetWaktuAduk) {
                sisaWaktuDetik = (targetWaktuAduk -
waktuBerjalan + 999) / 1000;
            } else {
                sisaWaktuDetik = 0;
            }
        }

        if (waktuSekarang - waktuPenanda >=
targetWaktuAduk) {
            digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Matikan motor
            sisaWaktuDetik = 0;

            statusPengadukan = "BERHASIL";
            notifikasi = "Pengadukan selesai!";
            simpanHistory("BERHASIL");

            statusSiklus = 0;
            waktuPenanda = 0;
            sudah_terkunci = false;
            saklarUtama = "OFF";
            saklarSebelumnya = "OFF";

            if (WiFi.status() == WL_CONNECTED &&
Firebase.ready() && signupOK) {
                Firebase.RTDB.setString(&fbdoControl,
"/control/saklar_utama", "OFF");
            }
            Serial.println("-> Pengadukan selesai! Sistem
kembali STANDBY.");
        }
        break;

    // — Kirim data ke Firebase setiap 3 detik —
    if (waktuSekarang - waktuFirebase >= INTERVAL_FIREBASE) {
        waktuFirebase = waktuSekarang;
        kirimKeFirebase();
    }

    // — Tampilan LCD —
    lcd.setCursor(0, 0);
    if (now.hour() < 10) lcd.print("0");

```